IL MECCANICISMO E LA MATEMATICA

All'inizio della terza parte, dedicata alla cosmologia, Cartesio, ancora contro ogni interpretazione finalistica, inserisce una critica radicale della concezione tradizionale secondo cui Dio, nella creazione, avrebbe fatto ogni cosa in vista dell'uomo. L'eventuale fine propostosi da Dio non è conoscibile né deve costituire parte della spiegazione del mondo. Questa è invece riconducibile a pochi principi dai quali, con metodo deduttivo, si può ricavare una spiegazione di tutti i fenomeni osservabili.

L'impostazione cartesiana esclude radicalmente ogni finalismo. Nella prima parte troviamo la seguente precisazione:

La fisica non considera le cause finali

Che non si deve esaminare per quale scopo Dio ha fatto ogni cosa, ma solo con quale mezzo egli ha voluto che fosse prodotta. Noi non ci fermeremo neppure ad esaminare i fini che Dio s'è proposto creando il mondo, e respingeremo del tutto dalla nostra filosofia la ricerca delle cause finali, poiché non dobbiamo tanto presumere di noi stessi da credere che Dio ci abbia voluto mettere a parte dei suoi consigli, ma, considerandolo come l'autore di tutte le cose, cercheremo solo di trovare, con la facoltà di ragionare ch'egli ha posto in noi, in che modo quelle che noi percepiamo per mezzo dei nostri sensi hanno potuto essere prodotte.

I principi della filosofia, parte I, par. 28, in *Opere filosofiche,* vol. II, p. 40.

Cartesio non esclude una finalità dell'universo, anzi, dato che è stato creato da Dio, essa deve esservi. Ma la nostra conoscenza è limitata alla ragione e alle idee delle cose percepite, per cui non può individuare tali cause. Nella fisica, occorre considerare soltanto le cause efficienti, cioè quelle che producono i vari fenomeni, e non le cause finali. Di conseguenza, nonostante la centralità di Dio nella metafisica cartesiana, l'universo viene interpretato in modo rigorosamente meccanicistico.

A questo proposito, già nel *Mondo* Cartesio aveva dato una definizione di natura che escludeva l'intervento di Dio e riconduceva ogni accadimento a leggi immutabili, e quindi studiabili in modo scientifico.

Le leggi di natura

Sappiate dunque, in primo luogo, che per natura non intendo affatto qualche divinità o qualche altro tipo di potenza immaginaria, ma che mi servo di questa parola per indicare la materia stessa, in quanto dotata di tutte le qualità che le ho attribuito, intese tutte insieme, e sotto la condizione che Dio continui a conservarla nello stesso modo in cui l'ha creata. Poiché solo da ciò, che continui a conservarla così, segue necessariamente che i diversi mutamenti che vi dovranno essere nelle sue parti, non si potranno attribuire all'azione di Dio, perché essa non cambia, sicché li attribuirò alla natura; e le regole secondo le quali avverranno questi mutamenti, le chiamerò leggi della natura.

Il mondo, cap. VII, pp. 53-54.

Nei Principi Cartesio conferma questa tesi, articolandola nelle tre leggi del moto di cui si è detto. Con il meccanicismo si coniuga un'interpretazione matematica della natura, con un rilievo almeno pari a quello che ha in Galilei, anche se con caratteri per alcuni aspetti molto diversi.

La matematica e la scienza della natura

Che io non ammetto principi in fisica che non siano anche ammessi in matematica, allo scopo di poter provare per dimostrazione tutto quanto ne dedurrò; e questi principi bastano, poiché tutti i fenomeni della natura possono essere spiegati per loro mezzo.

Io non aggiungo nulla qui riguardo alle figure, né come dalle loro diversità infinite derivano, nei movimenti, diversità innumerevoli, tanto più che queste cose potranno essere abbastanza intese da loro stesse, quando sarà tempo di parlarne, ed io suppongo che quelli che leggeranno i miei scritti sapranno gli elementi della geometria, o, almeno, che avranno lo spirito pronto a comprendere le dimostrazioni di matematica. Poiché confesso francamente qui che non conosco altra materia delle cose corporee che quella che può essere divisa, figurata e mossa in ogni sorta di modi, cioè quella che i geometri chiamano la quantità, e che prendono per oggetto delle loro dimostrazioni: e che non considero in questa materia che le sue divisioni, le sue figure e i suoi movimenti; ed infine che, riguardo

a questi, io non voglio nulla ricevere per vero, se non quello che ne sarà dedotto con tanta evidenza, da potere tener luogo d'una dimostrazione matematica. E poiché può rendersi ragione, in questo modo, di tutti i fenomeni della natura, come potrà giudicarsi da quel che segue, io non credo che si debbano ammettere altri princìpi nella fisica, e nemmeno che si abbia ragione di desiderarne altri diversi da quelli che sono qui spiegati.

I principi della filosofia, parte II, par. 64, in *Opere filosofiche,* vol II, p. 116.

Anche Cartesio, come Galilei, ritiene che tutti i fenomeni fisici, per poter essere conosciuti, debbano essere traducibili in termini matematici. Egli, però, non giunge da qui ad affermare la necessità di una quantificazione dei dati, né quindi alla loro espressione numerica, così come non considera le leggi enunciabili in termini di equazioni o rapporti numerici. Egli parla della matematica guardando piuttosto alla geometria, come strumento per rappresentare la materia, definita, in termini appunto geometrici, come *res extensa*. Ma, soprattutto, la geometria fornisce a Cartesio il metodo deduttivo attraverso cui ricostruire, partendo da pochi princìpi e verità evidenti, la struttura fisica del mondo. In ciò, la diversità rispetto al metodo galileiano, induttivo e sperimentale, è grandissima.

L'ORIGINE E LA STRUTTURA DELL'UNIVERSO

La materia è *res extensa*, ma a essa è connaturato il movimento, sebbene non faccia parte del suo concetto ma venga dato da Dio. Nella seconda parte Cartesio ha fissato alcuni princìpi generali sui quali intende basare la propria cosmologia: ha definito il movimento in generale e quelli composti, ne ha formulato leggi specifiche e quelle dell'urto.

Cartesio definisce il movimento come «*il trasporto d'una parte della materia, o d'un corpo, dalla vicinanza di quelli che lo toccano immediatamente, e che noi consideriamo come in riposo, alla vicinanza di alcuni altri*».

Tale definizione sarà poi utilizzata per affermare che la Terra non si muove, in quanto non compie alcuno spostamento rispetto alla materia celeste che la circonda e la trascina con sé.

La possibilità di composizione di movimenti dipende dal fatto che un corpo può far parte di altri corpi, animati da movimenti diversi. Cartesio fa l'esempio delle ruote dell'orologio di un marinaio che passeggia su un vascello in movimento sulla Terra che ruota intorno al proprio asse.

Le leggi del movimento sono le stesse definite nel Mondo, anche se l'ordine è parzialmente diverso. Esse affermano che ogni cosa conserva il suo stato di moto o di quiete se non intervengono cause esterne, che ogni corpo in moto tende a continuare il movimento in linea retta e infine che un corpo, urtandone un altro, perde tanto movimento quanto ne comunica all' altro.

Le prime due leggi definiscono il principio d'inerzia. La terza riguarda la trasmissione del movimento attraverso l'urto. Se un corpo ne incontra un altro, a seconda dei casi, può conservare il proprio movimento, per esempio rimbalzando, oppure cederlo in tutto o in parte all' altro corpo. Su tale legge si basano sette regole dell'urto intese a specificare che cosa avviene in casi diversi.

L'urto ha un ruolo fondamentale nella cosmologia di Cartesio, dal momento che è la sola causa ammessa di trasmissione del movimento: nessun corpo può agire su un altro corpo, se non entra in contatto con esso.

Nella terza parte dei Principi Cartesio si propone di dar conto del modo in cui l'universo potrebbe essersi formato. Le parti di materia, urtandosi le une con le altre, danno origine a tre diversi elementi, differenti per la grossezza delle singole parti e per la loro velocità: il primo elemento, formato da particelle piccolissime e molto veloci, costituisce la materia celeste; il secondo elemento, che consta di parti anch' esse piccole, forma il sole e le stelle fisse; le parti più grosse, o terzo elemento, vanno a costituire la Terra, i pianeti, le comete. L'urto continuo genera dei movimenti a vortice; si sono così formati molti vortici intorno a molti centri, con le parti di

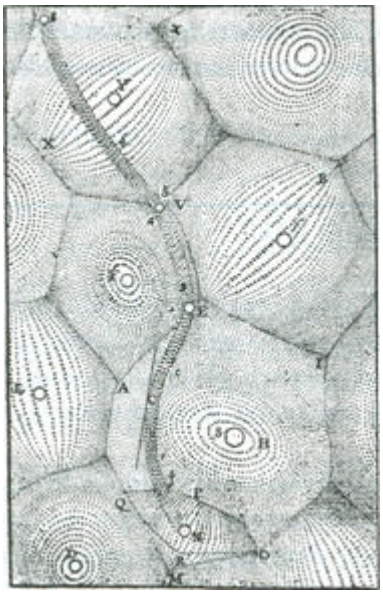
maggiori dimensioni nella zona centrale. Sempre a causa del movimento e degli urti tra parti di materia, può avvenire che di due vortici contigui l'uno sia assorbito dall' altro. Così deve essere avvenuto per i pianeti, catturati nel vortice del sole; così deve essere avvenuto per i satelliti: la luna ha preso a girare intorno alla Terra, i pianeti di Giove intorno a Giove. La teoria dei vortici conoscerà una larga diffusione. Lo stesso Christiaan Huygens (1629-95), grande matematico e astronomo olandese contemporaneo di Newton, ne sarà sostenitore. Essa rappresenterà uno dei maggiori ostacoli alla diffusione della teoria gravitazionale, tanto che Newton dedicherà l'intero secondo libro dei Principi matematici della filosofia naturale alla sua confutazione.

La teoria dei vortici

*Supponiamo dunque, se vi piace, che Dio abbia diviso in principio tutta la materia di cui ha composto questo mondo visibile in parti così eguali tra loro quanto han potuto esserlo, e di grandezza mediocre, media cioè fra tutte le diverse grandezze che compongono ora i cieli e gli astri; ed infine, che abbia fatto in modo che cominciassero tutte a muoversi con egual forza in due diversi modi, cioè ognuna a parte attorno al suo proprio centro, pel quale mezzo esse han composto un corpo fluido, come giudico sia il cielo; e con questo, molte insieme attorno ad alcuni centri disposti nello stesso modo nell'universo, come vediamo che sono ora i centri delle stelle fisse, ma il numero dei quali è stato maggiore, così che esso ha eguagliato il loro unito a quello dei pianeti e delle comete; e che la velocità con cui le ha così mosse sia stata mediocre, cioè che abbia messo in esse tutte tanto movimento, quanto ce n'è ancora adesso nel mondo*1.

Così, per esempio, si può pensare che Dio abbia diviso tutta la materia, la quale è nello spazio AEI (fig. 1), in un grandissimo numero di particelle ch'egli ha mosso, non solo ognuna attorno al suo centro, ma anche tutte insieme attorno al centro S; ed ugualmente, che abbia mosso tutte le parti della materia che è nello spazio AEV attorno al centro F, e così delle altre; in modo che esse han composto tanti differenti vortici (io mi servirò oramai di questa parola per significare tutta la materia che gira così a tondo, attorno ad ognuno di questi centri), quanti astri ci PF sono ora nel mondo.

I principi della filosofia, parte III, par. 46, in *Opere filosofiche*, vol. II, pp. 142-43.



Si ricorderà che per Cartesio non esiste il vuoto; la materia occupa perciò tutto l'universo, ed essendo stata fornita inizialmente di movimento da Dio, tende ad assumere un movimento circolare, costituendo le stelle, i pianeti, le comete. Tutti i corpi celesti devono essere immaginati, secondo Cartesio, come il centro di vortici di materia. In questo modo si spiega anche l'azione reciproca senza dover ipotizzare forze immateriali, perché i vortici dei corpi

[1] La quantità totale di movimento nell'universo è data inizialmente da Dio ed essa, nell'insieme, non varia. Da qui derivano, come si è visto, le leggi del moto, compreso il principio d'inerzia.

celesti si toccano e s'influenzano reciprocamente.

Ogni pianeta, e così pure la Terra, è trascinato dalla materia fluida che costituisce il vortice in movimento intorno al sole. Dovremo allora ammettere che la T erra si muove? Cartesio lo nega: in base alla sua definizione di movimento non è la Terra a muoversi, ma piuttosto è il vortice che la trascina.

Cartesio tratta i vari argomenti che venivano dibattuti nel confronto tra sistema tolemaico e sistema copernicano: stelle nuove, diversa velocità dei pianeti, macchie solari, comete. Ogni cosa si può spiegare in base ai princìpi generali ammessi inizialmente.

Cartesio ricostruisce l'organizzazione del cosmo, senza pretendere di descriverne la creazione a opera di Dio ma sostenendo invece un importante assunto metodologico: dati i princìpi e le leggi del moto, l'organizzazione dell'universo non avrebbe potuto essere diversa da come è attualmente, perché da essi consegue in modo necessario. Infatti, scrive Cartesio, questi princìpi e queste leggi sono tali che «*anche se supponessimo il caos dei poeti, cioè un'intera confusione di tutte le parti dell'universo, si potrebbe sempre dimostrare che, per loro mezzo, questa confusione deve a poco a poco ritornare all'ordine che esiste attualmente nel mondo*».

Qualunque possa essere stata la disposizione iniziale della materia, le leggi del moto le avrebbero comunque conferito l'aspetto attuale. L'universo quindi si organizza in modo univoco e necessario, la sua struttura è determinata dalle leggi e, in quanto tale, può essere interamente ricostruita, nelle linee generali, in modo deduttivo. La fisica di Cartesio non è derivata dall'esperienza e dall'osservazione. Egli non fu mai astronomo, né utilizzò osservazioni altrui. In questo senso, la contrapposizione con il metodo sperimentale di Galilei, e più tardi di Newton, è totale. L'illuminismo indicherà nella fisica cartesiana 1'esempio di un procedimento astratto e sterile, in confronto a quello, fecondo di risultati, della scienza newtoniana.

li sistema ipotizzato da Cartesio è molto complesso. Dato che tutti i vortici al cui centro sono i corpi celesti si toccano, i loro movimenti devono accordarsi e per far ciò devono muoversi su piani diversi. La macchinosità della fisica cartesiana farà sì che, nonostante una notevole diffusione nel corso del Seicento, non reggerà il confronto con il sistema newtoniano, e sarà completamente abbandonata nel Settecento.